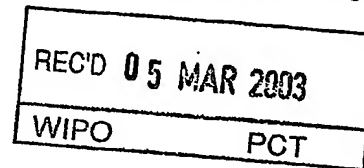




09 JUL 2004



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 01 164.8

**Anmeldetag:** 15. Januar 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung  
einer Phase eines 4-Takt-Ottomotors

**IPC:** F 02 D, F 02 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Februar 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b) :

**BEST AVAILABLE COPY**

11.01.02

5

ROBERT BOSCH GmbH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung einer Phase ei-  
nes 4-Takt-Ottomotors

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrich-  
tung zur Erkennung einer Phase eines 4-Takt-Ottomotors.

15

Bei Motoren, deren Einspritzventile elektronisch durch  
eine ECU (electronic control unit) gesteuert werden,  
ist es notwendig, die Phasenlage beim Start des Ver-  
brennungsmotors zu bestimmen. Da sich ein Verbrennungs-  
20 zyklus über zwei 360°-Umdrehungen der Kurbelwelle er-  
streckt, wird erst durch die Phasenlage festgelegt, ob  
sich der Kolben bei der Aufwärtsbewegung im Verdich-  
tungstakt oder im Ausstoßtakt befindet.

25 Hierzu sind verschiedene Systeme bekannt. Zum einen  
kann auf der Nockenwelle ein zusätzliches Geberrad vor-  
gesehen sein oder eine Auslauferkennung vorgenommen  
werden. Derartige Systeme erfordern aufwendige zusätz-  
liche Mittel.

30

Bei Motoren mit Saugrohreinspritzung kann weiterhin ei-  
ne Bestimmung der Phase in einem sogenannten Doppelzün-  
dungsverfahren durch Brennstoffeinspritzung und Zündung  
in den aufeinanderfolgenden oberen Totpunkten erfolgen.

Jede zweite Zündung findet hierbei ein zündfähiges Brennstoffgemisch vor. Je nach Phasenlage erfolgt die Einspritzung als Vorlagerung vor das geschlossene Einlaßventil oder bei offenem Einlaßventil im Ansaugtakt.

5 Bei Motoren mit Saugrohreinspritzung wird jedoch niemals unverbranntes Gemisch in den Katalysator geschoben. Nach erfolgtem Motorstart kann anschließend mit anderen OT-Erkennungsverfahren auf die Einzelzündung im Z-OT umgeschaltet werden.

10

Ein derartiges Doppelzündungsverfahren mit Zündung und Einspritzung bei jeder Kurbelwellenumdrehung kann jedoch nicht bei einem Motor mit Benzin-Direkt-Einspritzung (BDE) vorgenommen werden, da bei diesen Motoren  
15 die Einspritzung genau in dem Ansaugtakt oder dem Anfangsbereich des Verdichtungsaktes erfolgen muß, eine Einspritzung im Ausstoßtakt hingegen nicht erlaubt ist, da ansonsten unverbrannter Brennstoff in den Katalysator ausgeschoben werden kann.

20

Die DE 198 17 447 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung, bei denen in einer Startphase die Kurbelwelle von einem Anlasser gedreht wird und ohne eine Einspritzung bei jeder Kurbelwellendrehung im Bereich  
25 des jeweiligen oberen Totpunktes eine Spannung an die Zündkerze angelegt wird. Für die Erkennung der Phase wird das Paschengesetz herangezogen, gemäß dem die Zündspannung um so höher ist, je größer der Druck zwischen den Elektroden ist. Wird der Motor vom Anlasser  
30 gedreht, erfolgt eine Verdichtung des Gases im Verbrennungsraum jeweils nur in den Kompressionstakten, wobei der höchste Druck in den um  $720^\circ$  KW versetzten Zündungs-Oberen-Totpunkten (Z-OT) erreicht wird. In den um  $360^\circ$  hierzu versetzten Ladungswechsel-Oberen-Totpunkten

(LW-OT) zwischen Ausstoßtakt und Ansaugtakt liegt hingegen ein deutlich niedriger Gasdruck vor. Zur Unterscheidung des Z-OT vom LW-OT wird eine Zündspannung eingestellt, die lediglich bei dem niedrigen Druck des LW-OT zur Zündung ausreicht, beim hohen Druck des Z-OT jedoch nicht. Zur Einstellung der Zündspannung wird der Zündspule lediglich eine entsprechende Zündenergie zugeführt. Die Unterscheidung, ob im jeweiligen oberen Totpunkt eine Zündung stattgefunden hat oder nicht, wird durch eine Analyse des Ionenstroms vorgenommen. Falls keine Zündung vorgelegen hat, wird hierbei im Primärstromkreis und Sekundärstromkreis wegen der Bauelementekapazitäten und der Induktivität der jeweiligen Zündspulenwicklung nur eine kurze Halbschwingung gemessen, die durch die Freilaufdiode unterbrochen wird. Im Falle einer Zündung wird hingegen ein im wesentlichen dreieckförmiger Sekundärstrom als Funkenstrom gemessen.

Das Verfahren und die Vorrichtung der DE 198 17 447 A1 kann auch bei einem BDE-Motor angewendet werden, da die Zündungen im LW-OT ohne Einspritzung erfolgen. Hierbei muß jedoch zunächst eine genaue Ansteuerung der Zündspule erfolgen, um genau die gewünschte Zündenergie zur Verfügung zu stellen. Der erforderliche Schwellenwert der Zündenergie zur Unterscheidung der oberen Totpunkte kann insbesondere bei verschiedenen Motoren unterschiedlich ausfallen, so daß eine genaue Einstellung erschwert ist. Weiterhin ist die Auswertung des gemessenen Ionenstroms für eine genaue Unterscheidung zwischen Z-OT und LW-OT relativ aufwendig.

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 12 bieten demgegenüber den

Vorteil; daß sie mit relativ geringem Aufwand verwirklicht werden können, eine genaue Erkennung der Phase ermöglichen und insbesondere auch bei einem Benzin-Direkt-Einspritzungs-Motor verwendet werden können.

5 Hierbei kann vorteilhafterweise im Anschluß an die Phasenerkennung bei sich bereits drehender Kurbelwelle der Motor durch phasenrichtige Einspritzung und Zündung gestartet werden.

10 Erfindungsgemäß wird somit - anders als bei den oben genannten Doppelzündungsverfahren - der Motor mit Zündung und ohne Einspritzung gedreht. Anders als in der DE 198 17 447 A1 wird eine hinreichend hohe Zündenergie zugeführt, die bei jeder Kurbelwellenumdrehung zu einer  
15 Zündung führt, ohne einen genauen Schwellenwert einstellen zu müssen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß eine Unterscheidung des Z-OT von dem LW-OT auch bei Durchführung einer Zündung in beiden oberen Totpunkten möglich ist, da das Zündverhalten in beiden Stellungen unterschiedlich ist. Im Z-OT ist aufgrund des hohen Druckes die Zündspannung hoch und die Brenndauer kurz; im  
20 LW-OT ist hingegen die Zündspannung klein und die Brenndauer lang. Eine Unterscheidung zwischen den beiden Stellungen kann somit bei erfolgten Zündungen durch einen Vergleich der Brenndauern, des Zündstroms oder  
25 der an der Zündkerze anliegenden Zündspannung erfolgen.

30 Gemäß einer Ausführungsform kann der Sekundärstrom gemessen werden, z. B. als Spannungsabfall über einen mit der Sekundärwicklung der Zündspule und der Zündkerze in Reihe geschalteten Meßwiderstandes gegenüber Masse. In diesem Fall wird die Meßeinrichtung auf einfache Weise

durch den Meßwiderstand im Sekundärstromkreis gebildet. Die am Meßwiderstand abfallende Spannung wird als Meßsignal von einer Auswerteeinrichtung aufgenommen.

- 5 Eine Messung im Primärstromkreis kann insbesondere über die an den Primärwicklungsklemmen der Zündspule abgenommene Primärspannung erfolgen. Als Meßeinrichtung kann in diesem Fall eine geeignete Meßschaltung mit einem Operationsverstärker oder Komparator dienen, wobei
- 10 die Primärspannung z. B. über eine Spannungsteilerschaltung einem Eingang des Operationsverstärkers zum Vergleich mit einer Referenzspannung am anderen Eingang des Operationsverstärkers zugeführt werden kann. Der Operationsverstärker gibt wiederum ein Meßsignal an ei-
- 15 ne Auswerteeinrichtung ab.

Die Auswerteeinrichtung kann in beiden Ausführungsformen vorteilhafterweise zusätzlich zu dem jeweiligen Meßsignal das Ansteuersignal des Zündtransistors aufnehmen, um für die Auswertung des Meßsignals den Zündzeitpunkt bestimmen zu können.

20

Die Auswerteeinrichtung gibt ein Brenndauersignal an eine Vergleichseinrichtung aus, die die Brenndauersignale miteinander oder mit vorgespeicherten Werten vergleicht und hierbei eine kürzere Brenndauer der Zündung im Z-OT zuordnet.

25

Die erfindungsgemäße Phasenerkennung kann an einem oder mehreren Kolben gleichzeitig durchgeführt werden. Nach erfolgter Phasenerkennung kann die Drehung der Kurbelwelle bereits für den Startvorgang ausgenutzt werden, indem phasenrichtig im nächsten Z-OT Einspritzung und Zündung erfolgen.

30

Erfindungsgemäß sind somit - anders als bei z. B. Phasenerkennungen über Auslauferkennung oder ein zusätzliches Geberrad auf der Nockenwelle - keine zusätzlichen Sensoren, sondern lediglich ein relativ geringer Schaltungsaufwand erforderlich. Hierdurch wird ein Motorstart auch mit defektem Phasengeber möglich. Die Erfindung kann vorteilhafterweise insbesondere bei Benzin-Direkt-Einspritzungs-Motoren verwendet werden, da während der Phasenerkennung eine Einspritzung ganz vermieden wird und somit kein Brennstoff zum Katalysator gelangen kann. Sie kann weiterhin auch bei Motoren mit Saugrohr-Einspritzung angewendet werden; eine derartige Verwendung ist insbesondere bei Saugrohr-Einspritz-Motoren vorteilhaft, bei denen das herkömmlich verwendete Doppelzündungsverfahren unter Zündung und Einspritzung bei jedem oberen Totpunkt problematisch ist.

Die erfindungsgemäß verwendete Meßeinrichtung und Auswerteeinrichtung kann integriert ausgebildet werden. Insbesondere bei einer Messung der an der Primärwicklung induzierten Primärspannung liegt keine weitere Beeinflussung des Primär- und Sekundärstromkreises vor, so daß eine kostengünstige Lösung mit sicherer Phasenerkennung ohne weitere Beeinflussung des Zündvorganges möglich ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen an einigen Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild einer Zündanlage mit zwei alternativ verwendbaren Vorrichtungen zur Phasenerkennung gemäß der Erfindung;

Fig. 2a, b Diagramme mit dem zeitlichen Verlauf der Spannungen  $U_{R1}$ ,  $U_2$  von Fig. 1 bei den oberen Totpunkten.

5

Gemäß Fig. 1 ist in einem Primärstromkreis 4 zwischen einem Batterieanschluß der Bordspannung  $U_B$  und Masse eine Primärwicklung einer Zündspule 2 und ein Zündtransistor 3 vorgesehen. Der Zündtransistor 3 wird von einem Ansteuersignal  $a$  angesteuert und läßt in seinem niederohmigen Zustand - bei hohem Spannungspegel des Ansteuersignals  $a$  - einen Primärstrom in dem Primärstromkreis 4 zu, durch den in der Zündspule 2 ein Magnetfeld aufgebaut wird. Beim nachfolgenden Sperren des Zündtransistors 3 in seinem hochohmigen Zustand - bei niedrigem Spannungspegel des Ansteuersignals  $a$  - induziert das zusammenbrechende Magnetfeld der Zündspule 2 in deren Sekundärwicklung einen Spannungssstoß, der zu einer Funkenentladung an einer Zündkerze 8 führt. Hierbei fällt an dem in Reihe geschalteten Meßwiderstand  $R_M$  entsprechend dem jeweiligen Sekundärstrom eine Spannung  $U_2$  gegenüber dem auf Masse gelegten Anschluß der Zündspule 8 ab.

25 Erfindungsgemäß ist die gezeigte Zündanlage mit Zündspule 2, Bordspannung  $U_B$  und Ansteuersignal  $a$  so gewählt, daß die in der Zündspule 2 gespeicherte Zündenergie vor dem Ausschalten des Primärstroms für eine Zündung eines Gases sowohl im Ladungswechsel-Oberen-Totpunkt (LW-OT) als auch im Zündungs-Oberen-Totpunkt (Z-OT) für den Aufbau einer hinreichend hohen Zündspannung an der Zündkerze 8 ausreicht.

30



Die am Kollektor des Zündtransistors 3 bzw. dem entsprechenden Anschluß der Primärwicklung der Zündspule 2 anliegende Spannung  $U_1$  wird von einer Spannungsteilerschaltung mit Widerständen  $R_1$ ,  $R_2$  abgenommen. Ein Eingang eines Operationsverstärkers 12 oder Komparators ist mit der Spannungsteilerschaltung zwischen den Widerständen  $R_1$  und  $R_2$  verbunden und nimmt somit eine Primärvergleichsspannung  $U_{R1} = R_1/(R_1 + R_2)U_1$  auf. Zur Spannungsbegrenzung kann die gezeigte Zener-Diode ZD parallel zu  $R_1$  geschaltet sein. Hierbei werden die Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  derartig hoch gewählt, daß sie den Primärstrom nicht nennenswert beeinflussen und insbesondere im hochohmigen Zustand des Zündtransistors 3 kein nennenswerter, für das magnetische Feld der Zündspule 2 relevanter Primärstrom durch sie fließt. Indem nicht  $U_1$ , sondern die Primärvergleichsspannung  $U_{R1}$  dem Operationsverstärker 12 zugeführt wird, liegt zum Zündzeitpunkt anstelle des hohen Spannungswertes von  $U_1$  ein begrenzter Spannungswert an. Hierbei kann z. B.

$R_2 = 100 \text{ k}\Omega$  und  $R_1 = 11 \text{ k}\Omega$  gewählt werden, so daß durch  $R_2$  ein Strom von ca. 2 mA fließt, die Brennspannung von  $U_1$  zwischen 20 V und 40 V und die Brennspannung von  $U_{R1}$  zwischen 2 V und 4 V liegt.

Der andere Eingang des Operationsverstärkers 12 ist über eine zweite Spannungsteilerschaltung 13 bzw. eine andere geeignete Einrichtung zur Einstellung einer Referenzspannung  $U_{Ref}$  an die Bordspannung  $U_B$  angeschlossen. Durch Verwendung der Spannungsteilerschaltung 13 wird eine von der Bordspannung  $U_B$  abhängige Referenzspannung  $U_{Ref}$  erzeugt, so daß eine vorteilhafte automatische Anpassung an Änderungen von  $U_B$  (z. B. bei Betätigung des Anlassers) erfolgt. In Abhängigkeit von  $U_1$  liefert der Operationsverstärker 12 ein hohes oder

niedriges Ausgangssignal. Hierbei sind  $U_{Ref}$  und  $R_1$ ,  $R_2$  so gewählt, daß eine durch den Sekundärstrom bei einer Zündung induzierte Primärspannung erfaßt und von einem zündstromfreien Zustand unterscheiden werden kann. Das  
 5 Ausgangssignal des Operationsverstärkers 12 wird einer ersten Auswerteeinrichtung 16 zugeführt, die weiterhin das Ansteuersignal  $a$  aufnimmt und ein Brenndauersignal  $t-BR_1$  ausgibt.

10 Die von der ersten Auswerteeinrichtung 16 und zweiten Auswerteeinrichtung 18 ausgegebenen Brenndauersignale können anschließend mit entsprechenden Signalen der beim nachfolgenden oberen Totpunkt erfolgten Messung in einer nicht gezeigten Vergleichseinrichtung verglichen  
 15 werden.

Erfindungsgemäß kann alternativ die erste Meßeinrichtung im Primärstromkreis oder die zweite Meßeinrichtung im Sekundärstromkreis verwendet werden; es ist jedoch  
 20 grundsätzlich auch die Verwendung beider Meß- und Auswerteeinrichtungen möglich.

Bei den Zündungen in den um  $360^\circ$  versetzten oberen Totpunkten wird jeweils das gleiche Ansteuersignal  $a$  an  
 25 den Zündtransistor ausgegeben, so daß dem Magnetfeld der Zündspule 2 die gleiche Zündenergie zugeführt wird. Nach dem Paschengesetz erfolgt nach der Zündung jedoch ein unterschiedliches Brennverhalten bei dem Z-OT mit komprimiertem Gas hohen Druckes zwischen den Elektroden  
 30 der Zündkerze 8 und dem LW-OT mit Gas niedrigen Druckes zwischen den Elektroden der Zündkerze 8, so daß sich unterschiedliche Verläufe der Spannungen  $U_{R1}$  und  $U_2$  ergeben, wie aus Fig. 2a, b ersichtlich ist:

Bei Messung und Auswertung am Primärstromkreis 4 der Zündspule 2 wird in beiden Stellungen der Kurbelwelle vor der Zündung - d. h. bei niederohmigem Zustand des Zündtransistors 3 - zunächst ein niedriger Spannungswert  $U_1$  und somit auch  $U_{R1}$  vorliegen. Die anschließende Zündung mit einem Zündspannungsstoß SP erfolgt beim Ladungswechsel-OT bei einer niedrigeren Zündspannung, wodurch die Spannung  $U_1$  im Primärstromkreis einen niedrigeren Wert einnimmt und somit auch  $U_{R1}$  gemäß der Kurve LW einen niedrigeren Wert einnimmt als beim Zündungs-OT gemäß der Kurve Z. Der jeweilige Brennvorgang erfolgt mit unterschiedlichen Brenndauern  $t\text{-BR-Z-OT}$  und  $t\text{-BR-LW-OT}$ . Die jeweils gemessene Spannung  $U_{R1}$  ist proportional zu der aus dem sich abbauenden Magnetfeld der Zündspule 2 induzierten Spannung  $U_1$ . Im Zündungs-OT baut sich das Magnetfeld der Zündspule 2 mit einem größeren Sekundärstrom im Sekundärstromkreis 6 schneller ab, so daß eine größere Spannung  $U_1$  im Primärstromkreis mit kürzerer zeitlicher Erstreckung induziert wird. Im Ladungswechsel-OT der Kurve LW baut sich das Magnetfeld der Zündspule 2 langsamer ab unter Bildung eines geringeren Sekundärstroms, so daß die im Primärstromkreis induzierte Spannung  $U_1$  und folglich auch  $U_{R1}$  geringer ist und sich über die längere Brenndauer  $t\text{-Br-LW-OT}$  erstreckt. Eine Referenzspannung  $U_{Ref1}$  liegt zwischen dem Wert von  $U_{R1}$  während der längeren Brenndauer  $t\text{-Br-LW-OT}$  und einem Ruhewert  $U_N$  nach den Brenndauern  $t\text{-Br-Z-OT}$  und  $t\text{-Br-LW-OT}$ . Durch einen Vergleich von  $U_{R1}$  mit der Referenzspannung  $U_{Ref1}$  in dem Operationsverstärker 12 kann somit die Brenndauer ermittelt werden, wobei das Ausgangssignal des Operationsverstärkers 12 oder Komparators nach der jeweiligen Brenndauer den Wert ändert. Dieses Ausgangssignal des Operationsverstärkers 12 wird an die Auswerteeinrichtung 16 ausgegeben, die weiterhin

das Ansteuersignal  $a$  zur Festlegung des Zündzeitpunktes aufnimmt und ein Brenndauersignal  $t\text{-BR1}$  ausgibt.

Bei hierzu alternativer Verwendung der zweiten Meß- und Auswerteeinrichtung wird gemäß Kurve 2b eine dem induzierten Sekundärstrom proportionale Spannung  $U_2$  direkt von der zweiten Auswerteeinrichtung 18 aufgenommen. Die in Fig. 2b gezeigten Meßkurven  $Z$  des Zündungs-OT und  $LW$  des Ladungswechsel-OT sind hierbei nicht unbedingt streng linear. Der in der Sekundärwicklung der Zündspule 2 induzierte Sekundärstrom fällt von einem hohen Anfangswert innerhalb der Brenndauer  $t\text{-BR-Z-OT}$  relativ schnell auf Null ab. Der beim Ladungswechsel-OT induzierte Sekundärstrom fällt von einem kleineren Wert über die längere Brenndauer  $t\text{-BR-LW-OT}$  auf Null ab. Diese Meßkurven können z. B. unterschieden werden, indem die gezeigten Spannungen  $U_2$  mit der gestrichelt eingezeichneten Referenzspannung  $U_{\text{Ref2}}$  in z. B. einem Operationsverstärker oder Komparator der Auswerteeinrichtung 18 verglichen wird. Hierbei ist  $U_{\text{Ref2}}$  hinreichend niedrig anzusetzen, um einen deutlichen Unterschied der Meßkurven zu erhalten.

11.01.02

5

ROBERT BOSCH GmbH, 70442 Stuttgart

10 **Patentansprüche**

1. Verfahren zum Erkennen einer Phase eines 4-Takt-Ottomotors, bei dem in einer Startphase eine Kurbelwelle mit mindestens einem Kolben gedreht wird,
- 15 bei mindestens zwei aufeinanderfolgenden oberen Totpunkten (Z-OT, LW-OT) des Kolbens ohne Zuführung von Brennstoff eine Zündung mittels einer Zündspule ausgelöst wird,
- 20 ein Primärstrom oder eine Primärspannung eines Primärstromkreises oder ein Sekundärstrom oder eine Sekundärspannung eines Sekundärstromkreises in einem Meßzeitraum, der sich jeweils zumindest über eine Brenndauer (t-BR-Z-OT, t-BR-LW-OT) nach der Zündung erstreckt, gemessen wird, und
- 25 aus einem Vergleich der Messungen der aufeinanderfolgenden oberen Totpunkte geschlossen wird, welcher der aufeinanderfolgenden oberen Totpunkte ein Zündungs-Oberer-Totpunkt (Z-OT) zwischen Kompressions- und Arbeitstakt und welcher ein Ladungswechsel-Oberer-Totpunkt (LW-OT) zwischen Ausstoß-
- 30 takt und Ansaugtakt ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Messung, bei der eine kürzere Brenndauer ( $t\text{-BR-Z-OT}$ ) erkannt wird, dem Zündungs-Oberen-Totpunkt ( $Z\text{-OT}$ ) zugeordnet wird.
- 5
3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brenndauer als die Zeitdauer nach der Zündung erkannt wird, in der ein Primär- oder Sekundärspannungsmeßwert oder ein
- 10 Primär- oder Sekundärstrommeßwert einen Referenzwert überschreitet.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem Meßzeitraum eine
- 15 an der Primärwicklung der Zündspule induzierte Primärspannung ( $U_1$ ) oder eine aus der Primärspannung ( $U_1$ ) über eine Spannungsteilerschaltung ( $R_1$ ,  $R_2$ ) gebildete Primärvergleichsspannung ( $U_{R1}$ ) mit einer ersten Referenzspannung ( $U_{Ref1}$ ) verglichen
- 20 wird und in Abhängigkeit von diesem Vergleich ein Brenndauersignal ( $t\text{-BR1}$ ) ausgegeben wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Referenzspannung ( $U_{Ref1}$ ) zwischen
- 25 den Spannungswerten der Primärvergleichsspannung ( $U_{R1}$ ) während der Brenndauer eines Ladungswechsel-Oberen-Totpunktes ( $t\text{-BR-LW-OT}$ ) und einer Ruhespannung ( $U_N$ ) nach den Brenndauern ( $t\text{-BR-Z-OT}$ ,  $t\text{-BR-LW-OT}$ ) liegt.
- 30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Sekundärstrom ermittelt wird, vorzugsweise durch Messung einer an einem mit der Sekundärwicklung und der Zündkerze (8)

in Reihe geschalteten Meßwiderstand (RM) abfallenden Sekundärspannung ( $U_2$ ).

- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in den oberen Totpunkten (Z-OT, LW-OT) gemessenen Sekundärspannungen ( $U_2$ ) mit einer zweiten Referenzspannung ( $U_{Ref2}$ ) verglichen werden, und in Abhängigkeit von diesem Vergleich ein Brenndauersignal ( $t-BR_2$ ) ausgegeben wird.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Brenndauersignal ( $t-BR_1$ ,  $t-BR_2$ ) in Abhängigkeit von dem Meßwert und einem Ansteuersignal ( $a$ ) des Zündtransistors ausgegeben wird.
- 15 9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Phase eines Benzin-Direkt-Einspritzungs-Motors ermittelt wird.
- 20 10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Zündungs-Oberer-Totpunkt (Z-OT) bei mehreren Zylindern ermittelt wird.
- 25 11. Verfahren zur Zündung eines 4-Takt-Otto-Motors, insbesondere eines Benzin-Direkt-Einspritzungs-Motors, bei dem
- 30 eine Phase des Motors und der Drehung der Kurbelwelle mit einem Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche ermittelt wird und ohne Unterbrechung der Kurbelwellendrehung nachfolgend phasenrichtig eine Einspritzung und Zündung erfolgen.

12. Vorrichtung zum Erkennen einer Phase eines 4-Takt-Otto-Motors mit einem Primärstromkreislauf, Sekundärstromkreislauf, Zündspule, Zündkerze und Zündtransistor, wobei die Vorrichtung aufweist:
- 5 eine Meßeinrichtung (12, 13, R1, R2; RM) zum Messen einer Primär- oder Sekundärspannung oder eines Primär- oder Sekundärstroms bei Drehung der Kurbelwelle im Bereich von aufeinanderfolgenden oberen Totpunkten eines Kolbens in jeweils einem Meßzeitraum, der sich zumindest über eine Brenndauer ( $t_{BR-Z-OT}$ ,  $t_{BR-LW-OT}$ ) nach der Zündung erstreckt, und Ausgabe eines Meßsignals,
- 10 eine Auswerteeinrichtung (16; 18) zur Aufnahme des Meßsignals der Meßeinrichtung und Ausgabe eines Brenndauersignals ( $t_{BR1}$ ,  $t_{BR2}$ ), und
- 15 eine Vergleichseinrichtung zum Vergleichen der Brenndauersignale der Auswerteeinrichtung.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßeinrichtung eine Primärspannungs-Meßeinrichtung (12, 13, R1, R2) zur Messung einer durch den Sekundärstrom induzierten Primärspannung ( $U_1$ ) ist.
- 20
14. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßeinrichtung ein Vergleichsmittel, vorzugsweise einen Operationsverstärker (12) oder Komparator, aufweist, dessen Eingänge über spannungseinstellende Mittel, vorzugsweise eine Referenzspannungsschaltung (13) und eine Spannungsteilerschaltung (R1, R2), mit den Primärwicklungsanschlüssen der Zündspule (2) verbunden sind.
- 25
- 30



15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßeinrichtung eine Sekundärstrom-Meßeinrichtung ist, die einen Widerstand (RM) aufweist, der im Sekundärstromkreis (6) mit der Sekundärwicklung der Zündspule (2) und der Zündkerze (8) in Reihe geschaltet ist, wobei die Auswerteeinrichtung (18) eine an dem Meßwiderstand (RM) abfallende Sekundärspannung (U2) als Meßsignal aufnimmt.
- 10
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12-15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auswerteeinrichtung (16, 18) das Meßsignal der Meßeinrichtung (12, 13, R1, R2; RM) und ein Ansteuersignal (a) des Zündtransistors (3) aufnimmt und in Abhängigkeit hiervon das Brenndauersignal (t-BR1, t-BR2) an die Vergleichseinrichtung ausgibt.
- 15
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vergleichseinrichtung eine Speichereinrichtung zum Zwischenspeichern zumindest eines Brenndauersignals (t-BR1, t-BR2) einer Messung für einen Vergleich mit dem Brenndauersignal der nachfolgenden Messung aufweist.
- 20
- 25

11.01.02

5

ROBERT BOSCH GmbH, 70442 Stuttgart

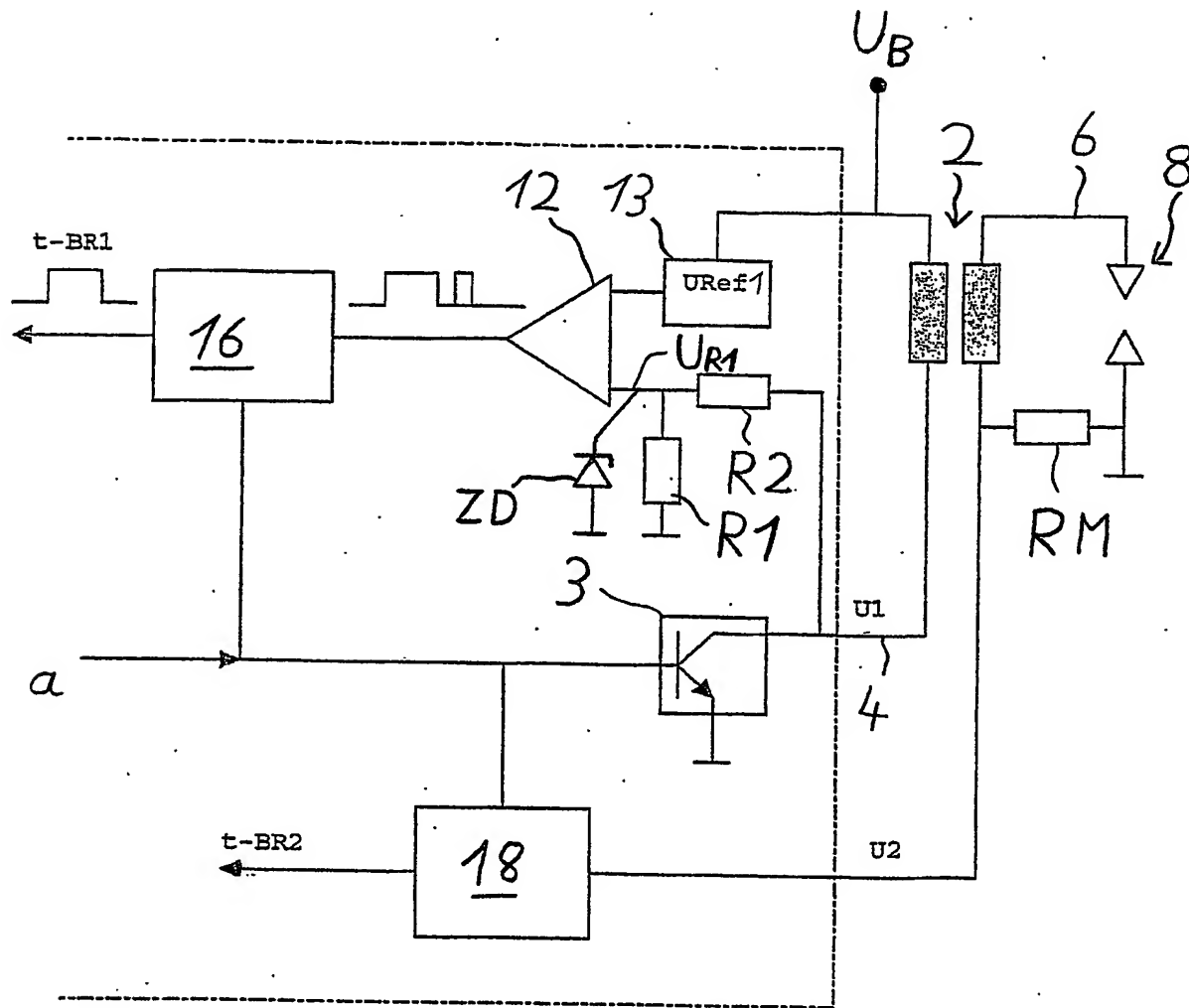
10 Z U S A M M E N F A S S U N G

Verfahren und Vorrichtung zum Erkennen einer Phase eines 4-Takt-Ottomotors

- 15 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erkennen der Phase eines 4-Takt-Ottomotors, insbesondere eines Benzin-Direkt-Einspritzer-Motors.
- 20 Für eine sichere Phasenerkennung mit relativ geringem Aufwand wird vorgeschlagen, daß in einer Startphase eine Kurbelwelle mit mindestens einem Kolben gedreht wird, bei mindestens zwei aufeinanderfolgenden oberen Totpunkten (Z-OT, LW-OT) des Kolbens ohne Zuführung von
- 25 Brennstoff eine Zündung mittels einer Zündspule (2) ausgelöst wird, ein Primär- oder Sekundärstrom oder eine Primär- oder Sekundärspannung in einem Meßzeitraum, der sich jeweils zumindest über eine Brenndauer ( $t_{BR-Z-OT}$ ,  $t_{BR-LW-OT}$ ) nach der Zündung erstreckt, ge-
- 30 messen wird, und aus einem Vergleich der Meßsignale aufeinanderfolgender Zündungen geschlossen wird, welcher der aufeinanderfolgenden oberen Totpunkte ein Zündungs-Oberer-Totpunkt (Z-OT) und welcher ein Ladungswechsel-Oberer-Totpunkt (LW-OT) ist. (Fig. 1)

1/2

R. 41470



1 ↗

Fig. 1

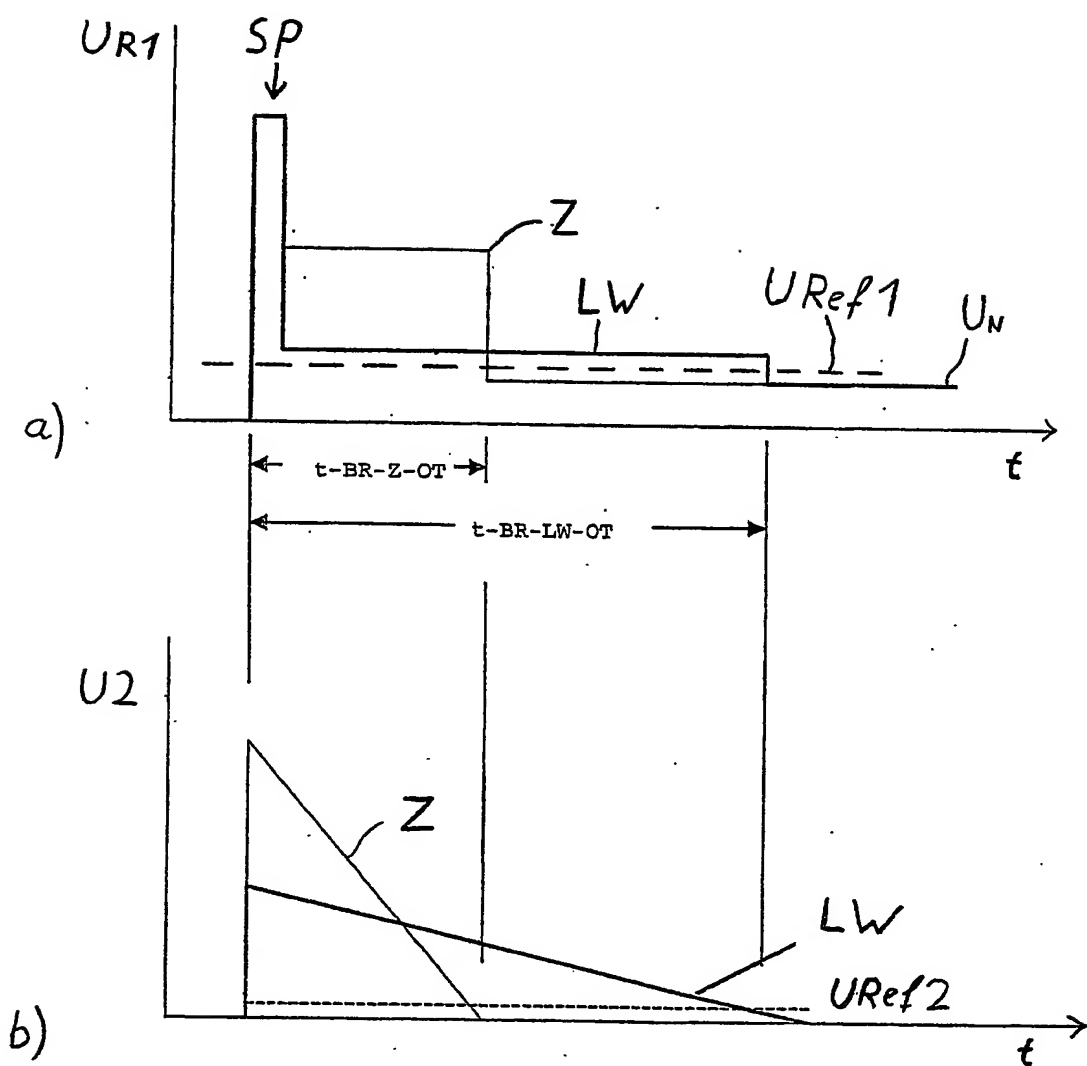


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**